پژوهش‌های حبوبات ایران
سال(دوره) ۱۲ شمارهٔ۱، نیمهٔ اوّل ۱۴۰۰
صفحهٔ ۱۵۵-۱۴۴، نوع مقاله: پژوهشی

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 144-155 (Research Article)
DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.84970

اثر کودهای زیستی و شیمیایی و روش‌های کنترل علف‌هرز بر زیست‌توده و عملکرد دانه عدس (*Lens culinaris* Medik.)

ابراهیم ایزدی دربندی[1]* و آرش مقصودی[2]
۱. دانشیار گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد
۲. دانشجوی دکتری علوم علف‌های‌هرز، گروه آگروتکنولوژی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد؛
arashwenger@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۲۱

چکیده

به منظور بررسی اثر کاربرد کودهای زیستی و شیمیایی و روش‌های کنترل علف‌های‌هرز در عدس، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ با سه تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش در فاکتور اول شامل کودهای زیستی پتاپاور، فسفرپاور، مایکورایزا، مخلوط همه کودهای زیستی و کود شیمیایی و در فاکتور دوم سه تیمار کنترل علف‌هرز شامل کاربرد علف‌کش پندیمتالین به‌صورت پیش‌رویشی، کاربرد علف‌کش پایریدیت به‌صورت پس‌رویشی و در مرحله سه تا چهاربرگی و دوبار وجین در طول فصل رشد بود. نتایج نشان داد که کاربرد پس‌رویشی پایریدیت اگرچه علف‌های‌هرز را به خوبی کنترل کرد، اما منجر به کلروز و نکروز در عدس شد. پندیمتالین منجر به حصول بیشترین عملکرد زیست‌توده و دانه در عدس شد. در بین کودها، کود شیمیایی منجر به افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز و همچنین بیشترین عملکرد عدس شد. در بین کودهای زیستی، کود پتاپاور بیشترین عملکرد عدس را باعث شد و مخلوط کودهای زیستی منجر به کاهش عملکرد و زیست‌توده عدس نسبت به سایر کودها شد. با توجه به اثرات متقابل روش‌های کنترل و کودهای مصرف‌شده در این آزمایش بهترین نتیجه عملکرد زیست‌توده (۸۰۰ گرم در متر مربع) و دانه (۱۶۴ گرم در متر مربع) عدس را کاربرد کود زیستی پتاپاور به همراه پندیمتالین به‌صورت پیش‌رویشی به همراه داشت.

واژه‌های کلیدی: پایریدیت، پتاپاور، پندیمتالین، لگوم، مایکورایزا

مقدمه

عدس (*Lens culinaris* Medik.) از گیاهان زراعی مهم تیره بقولات است که در طیف وسیعی از شرایط اقلیمی و خاکی قادر به رشد است (Parsa & Bagheri, 2008). در ایران، عدس با ۱۷/۱ درصد از کل سطح زیرکشت حبوبات بعد از نخود (*Cicer arietinum* L.) به عنوان دومین گیاه زراعی مهم از گروه حبوبات است که غالب کشت آن به‌صورت دیم است و استان اردبیل با ۲۷/۹ هزار هکتار رتبه اول سطح زیرکشت آن در ایران را به خود اختصاص داده است (Jihad Statistic, 2017). به‌طور کلی حبوبات از جمله عدس به‌دلیل صفاتی از جمله سرعت رشد اولیه کم، سرعت توسعه کانوپی کم و ارتفاع کم، در صورت کنترل‌نشدن علف‌های‌هرز دچار خسارت شدیدی خواهند شد (Hanson & Thill, 2001; Parsa & Bagheri, 2008). Al-Thahabi *et al*, (1994) این میزان کاهش عملکرد را ۵۸ درصد، Mohamed *et al*, (1997) ۸۴درصد و Karim-Mojeni *et al*, (2004) ، ۶۳ درصد گزارش کردند. افزایش کاربرد نهاده‌های کشاورزی به‌ویژه کودهای شیمیایی از قبیل نیتروژن، اغلب ضمن این‌که در کوتاه مدت نیازهای تغذیه‌ای گیاه را تامین می‌کنند، از طریق تحریک بیشتر رشد علف‌های‌هرز، منجر به تشدید اثرات منفی آن‌ها خواهند شد. از آنجایی که میزان رقابت بین علف‌هرز و گیاه زراعی بسیار وابسته به فراهمی عناصر غذایی است، مدیریت صحیح عناصر غذایی برای مدیریت علف‌های‌هرز مورد توجه است (Evans *et al*., 2003; Cathcart & Swanton, 2003). جنبه‌های مختلفی از مدیریت عناصر غذایی از جمله نوع کود، زمان کاربرد، میزان کاربرد و فرم مصرف آن، می‌تواند شرایط تداخل علف‌هرز با گیاه زراعی را تغییر دهد (Blackshaw *et al*., 2004; Van Delden *et al*., 2002). کاربرد کودهای زیستی، ضمن امنیت زیست‌محیطی و صرفه اقتصادی، روشی پایدار و سودمند در تغذیه گیاهان، به‌ویژه در شرایط و محدودیت‌های موجود در شرایط کشت دیم و کم

* نویسنده مسئول: e-izadi@um.ac.ir

آبیاری هستند و از طرفی در کاهش اثرات سوء علف‌های‌هرز نیز سودمند خواهند بود (Pezeshkpour *et al.*, 2014).

کودهای زیستی از طریق افزایش رشد ریشه و افزایش جذب ریشه‌ای، رشد گیاهان را افزایش می‌دهند. با این‌حال با افزایش رشد اندام زیرزمینی می‌توانند گیاه را در شرایط دیم که دچار تنش کم‌آبی می‌شود، محافظت کنند (Miransari *et al.*, 2009). علاوه بر باکتری‌های تثبیت‌کننده عناصر غذایی، قارچ‌های مایکورایزا نیز عملی مشابه در تثبیت عناصر غذایی انجام می‌دهند و می‌توانند در فراهمی عناصر غذایی در گیاهان زراعی و مدیریت آن نقش مهمی ایفا کنند (Dimitrios *et al.*, 2011). افزایش تحمل به خشکی (Al-Karaki & Al-Raddad, 1997)، افزایش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان به‌خصوص عناصر غذایی غیرمتحرکی چون فسفر، روی و مس (Davies *et al.*, 1992) تحمل به تنش شوری و بیماری‌های گیاهی و نیز افزایش فتوسنتز از مهم‌ترین مزایای کودهای زیستی می‌باشد. به نظر می‌رسد کودهای زیستی بر توان رقابتی گیاهان و متعاقب آن در مدیریت علف‌های‌هرز نیز مؤثر باشند (Dimitrios *et al.*, 2011). همچنین قارچ مایکوریزا در رشد برخی از علف‌های‌هرز یکساله اثرات منفی دارد (Francis & Read, 1995).

در ایران تعداد علف‌کش ثبت‌شده برای عدس شامل دو علف‌کش پندیمتالین و پرومترین است که هردو به‌صورت پیش‌رویشی کاربرد دارند (Zand *et al.*, 2017). Karim-Mojeni *et al*, (2004) در آزمایش خود اثر علف‌کش پایریدیت را به‌صورت پس‌رویشی در عدس بررسی کردند و نتایج رضایت‌بخشی را نشان داد. متریبوزین نیز از علف‌کش‌هایی است که در کشت عدس به‌صورت پس‌رویشی و پیش‌رویشی در مزارع کشورهای مختلفی از جمله استرالیا و کانادا به کار می‌برند (McMurray *et al.*, 2018).

کاربرد یک روش مدیریتی به تنهایی، علاوه بر افزایش سرعت سازگاری علف‌های‌هرز به آن روش، منجر به ناپایداری در نظام‌های زراعی می‌شود. تلفیق روش‌های مختلف می‌تواند باعث افزایش کارآیی روش‌های مدیریتی گردد و همچنین به پایداری نظام‌های زراعی کمک کند (Swanton & Weise, 1991).

این تحقیق به منظور مقایسه تأثیر کودهای بیولوژیک و شیمیایی در تلفیق با کنترل شیمیایی و مکانیکی (وجین) علف‌های‌هرز در بهبود عملکرد و مدیریت علف‌های‌هرز عدس صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ و در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد انجام شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. که عوامل مورد بررسی در آن شامل سطوح مختلف تغذیه گیاه در پنج سطح:

۱- تلقیح بذور عدس با باکتری های آزادکننده فسفر (*Pseudomonas sp.*) (فسفرپاورباکتر)

۲- تلقیح بذور عدس با باکتری‌های آزادکننده پتاسیم (*Thiobacillus sp.*) (پتاپاورباکتر)

۳- تلقیح بذور عدس با قارچ مایکوریزا (*Piriformospora indica*)

۴- تلقیح بذور عدس با مخلوط باکتری‌های فسفرپاورباکتر، پتاپاورباکتر و قارچ مایکوریزا

۵- کاربرد کودهای شیمیایی (مخلوط کود اوره و سولفات پتاسیم)

روش‌های کنترل علف‌های‌هرز در سه سطح:

۱- دوبار وجین دستی به‌ترتیب قبل از گلدهی و مرحله پُرشدن غلاف‌ها

۲- کنترل علف‌های‌هرز با علف‌کش پندیمتالین به‌صورت پیش‌رویشی

۳- کنترل علف‌های‌هرز با استفاده از علف‌کش پایریدیت به‌صورت پس‌رویشی

طبق دستورالعمل[1] کودهای بیولوژیک فسفرپاور و پتاپاور قبل از کاشت و در آزمایشگاه با غلظت یک در هزار بر روی بذور عدس اسپری شدند و قارچ مایکورایزا در هنگام کشت بر روی بذور عدس پاشیده شد. کود شیمیایی (مخلوط سولفات پتاسیم و اوره) پس از کاشت بذور به‌صورت دست‌پاش با میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار در کرت‌های مورد نظر توزیع شد. زمین مورد آزمایش در تاریخ ۲۰ اسفند ماه شخم برگردان و دیسک زده شد و آماده کشت گردید. بذور عدس (توده محلی رباط) در تاریخ ۲۳ اسفند به‌صورت خطی با فاصله بین ردیف ۵۰سانتی‌متر در کرت‌هایی با ابعاد ۲/۵ در ۳ مترکشت شد و پس از ظهور گیاهچه‌ها، اقدام به اعمال تراکم مطلوب (۱۰۰بوته در متر مربع) شد. در ضمن با توجه به بارندگی‌های مناسب فصل رشد این کشت نیز به‌صورت دیم انجام گرفت و میزان بارندگی در جدول ۱ گزارش‌شده است.

علف‌کش پندیمتالین با دز مصرفی ۳/۷ لیتر ماده موثره در هکتار در تاریخ ۲۶ اسفند ماه به‌صورت پیش‌رویشی با سمپاش

۱. دستورالعمل شرکت دانش‌بنیان زیست‌فناور خوشه

شارژی پشتی با نازل بادبزنی (شماره ۸۰۰۱ با فشار ۲/۵کیلوپاسکال) اعمال شد. همچنین علف‌کش پایریدیت با دز ۱/۲لیتر ماده موثره در هکتار، در مرحله ۴-۳برگی علف‌های‌هرز با سمپاش مذکور سم‌پاشی شد. وجین علف‌های‌هرز در دو مرحله شامل ابتدای گلدهی و غلاف‌دهی عدس انجام شد.

جدول ۱- میزان بارش‌ها در طول فصل رشد

Table 1. Amount of precipitation in growing season

میزان بارندگی (میلی متر) Precipitaion (mm)	ماه month
52	اسفند- Mar.
64	فروردین- Apr.
91	اردیبهشت- May
41	خرداد- Jun.
15	تیر- Jul.
263	مجموع- Sum

نمونه‌گیری از علف‌های‌هرز شامل بررسی تراکم و زیست‌توده آن‌ها در سه مرحله (گلدهی، پُرشدن غلاف و برداشت گیاه زراعی) از مساحتی به میزان نیم متر مربع با کمک کوادراتی به مساحت ۰/۲۵ متر مربع انجام شد. علف‌های‌هرز پس از شمارش و شناسایی به تفکیک گونه در آون با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و پس از آن با کمک ترازوی دیجیتال به دقت یک صدم گرم وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی اثر تیمارها بر عملکرد، در آخر فصل رشد و رسیدگی کامل بوته‌ها در تاریخ ششم تیرماه، وزن خشک و عملکرد دانه عدس از مساحتی به میزان یک متر مربع برداشت شد و صفات مذکور اندازه‌گیری شد.

تجزیه واریانس با کمک نرم‌افزار Minitab Ver 17 و مقایسات میانگین توسط آزمون LSD انجام شد.

نتایج و بحث

فلور و جمعیت علف‌های‌هرز

نتایج نشان داد که هشت گونه علف‌هرز (یک گونه شبه باریک‌برگ و هفت گونه پهن‌برگ) در مزرعه مشاهده شدند که در بین آن‌ها تاجریزی سیاه (*Solanum nigrum* L.) و اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) دارای بیشترین فراوانی نسبی بودند (جدول ۲).

جدول ۲- فهرست و برخی خصوصیات گونه‌های علف‌هرز شایع در مزرعه مورد مطالعه

Table 2. List and some of the charactristics of weed spices in studied farm

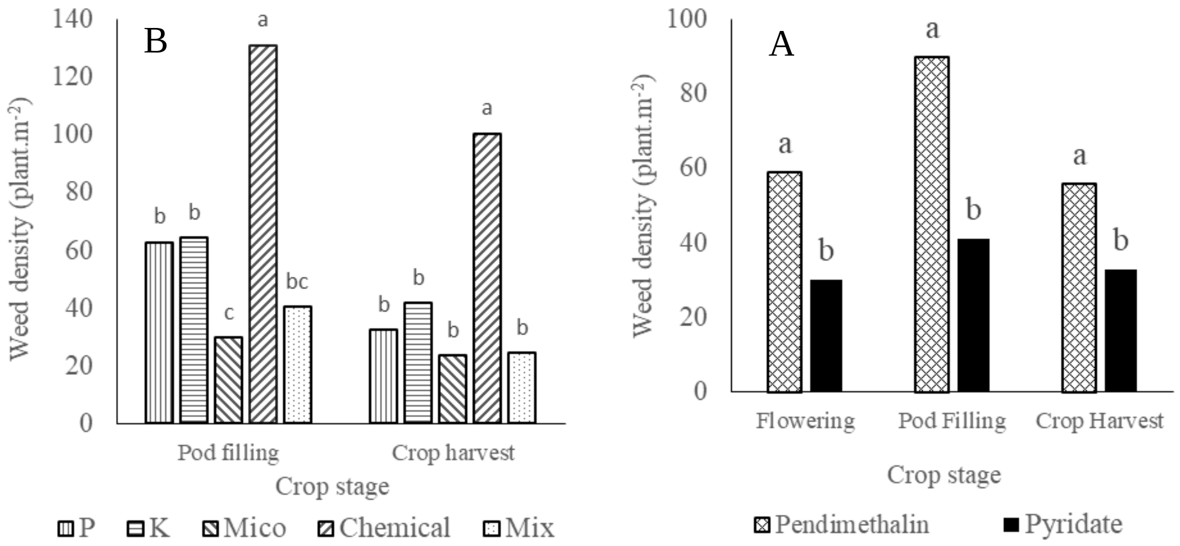
Persian name نام فارسی	Scientific name نام علمی	Family خانواده	Relative frequency (%) فراوانی نسبی (درصد)	Life cycle چرخه زندگی
اویارسلام	*Cyperus rotundus* L.	Cyperaceae	26.13	perennial
پیچک صحرایی	*Convolvulus arvensis* L.	Convolvulaceae	3.73	perennial
تاج خروس	*Amaranthus Spp.*	Chenopodiaceae	6.52	Annual
تاجریزی سیاه	*Solanum nigrum* L.	Solanaceae	47.25	Annual
خرفه	*Portulaca oleracea* L.	portulaceae	1.86	Annual
داتوره	*Datura stramonium* L.	Solanaceae	0.93	Annual
سلمه تره	*Chenopodium album* L.	Chenopodiaceae	10.50	Annual
شاه‌تره وحشی	*Fumaria Spp.*	Papaveraceae	3.03	Annual

تأثیر تیمارهای آزمایش بر تراکم علف‌های‌هرز

اثر علف‌کش‌ها بر تراکم علف‌های‌هرز در هر سه مرحله نمونه‌برداری و اثر نوع کودها و اثر متقابل علف‌کش‌ها و تغذیه گیاهی بر تراکم علف‌های‌هرز در دو مرحله پُرشدن غلاف و برداشت گیاه زراعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد.

با توجه به شکل ۱، بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری، مربوط به تیمار کاربرد کود شیمیایی بود و کودهای زیستی تراکم کمتری از علف‌های‌هرز را به خود اختصاص دادند و اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل۱). به نظر می‌رسد که کودهای شیمیایی منجر به تحریک بیشتر جوانه‌زنی علف‌های‌هرزشده‌اند و تراکم علف‌های‌هرز در این تیمار نسبت به کاربرد کودهای زیستی افزایش پیدا کرده است. مطالعات متعددی نشان داده‌اند که تراکم و جوانه‌زنی علف‌های‌هرز در شرایط کاربرد کودهای

شیمیایی از جمله اوره افزایش می یابد (Mohammaddoust *et al.*, 2011 Major *et al.*, 2005;). در رابطـه بـا اثـر علف‌کش‌ها بر تراکم علف‌های‌هرز، بیشترین تراکم (۹۰ بوتـه در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد پندیمتالین در مرحله پُرشدن غـلاف‌هـا بـود و در هـر سـه مرحلـه رشـدی عـدس، اخـتلاف معنـی‌داری نسـبت بـه کـاربرد پایریـدیت داشـت (شـکل ۱). علف‌کش پنـدیمتالین اثـری بـر اویارسـلام نداشـت و بـه‌دلیـل غالبیت بالای این گونه (جدول ۱)، بیشترین تراکم علف‌های‌هرز در این تیمار مشاهده شد.



شکل ۱- اثر نوع علف‌کش و روش‌های تغذیه گیاهی بر تراکم علف‌های‌هرز

Fig. 1. Effect of herbicide (A) and crop nutrition methods (B) on weed density

در بررسی اثرات متقابـل علـف‌کـش‌هـا و تغذیـه گیـاهی، بیشترین (۲۰۲/۶ بوته در متـر مربـع) و کمتـرین (۲۰ بوتـه در مترمربع) تراکم علف‌های‌هـرز در هـر دو مرحلـه نمونـه‌برداری به‌ترتیب در تیمار کاربرد پندیمتالین به همراه کود شـیمیایی و پایریدیت به همراه مایکورایزا بود و از نظر آماری بـین کودهـای زیستی اختلاف معنی‌داری وجود نداشـت (جـدول ۳). بـه‌طـور کلی تیمارهایی که در آن‌ها کودهای زیستی استفاده شده بـود، دارای تراکم کمتری از علف‌هـرز بودنـد و اثـر متقابـل آن‌هـا بـا پایریدیت اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشت. به نظر می‌رسـد علف‌کش پایریدیت در کاهش تـراکم علـف‌هـای‌هـرز مـؤثرتر از پندیمتالین بوده و این مهم در تلفیق بـا کودهـای زیسـتی نیـز بیشتر دیده می‌شود.

از آنجا که یکی از مؤثرترین عوامل تجزیه علف‌کـش‌هـا در خاک باکتری‌هـا هسـتند (Zand *et al.*, 2014)، اضـافه‌کـردن کودهای زیستی به خاک که شـامل بـاکتری هسـتند، احتمـالاً منجـر بـه تجزیـه علـف‌کـش‌هـای خـاک کـاربردی از قبیـل پندیمتالین می‌شود و این مسئله می‌توانـد در کـارآیی آن‌هـا در کنترل علف‌های‌هرز در طول فصل رشد تأثیرگـذار باشـد. حـال این‌که در علف‌کش شاخ و برگ مصرف و تماسی پایریـدیت کـه کارآیی آن تحت تأثیر خصوصیات خاک نیست، تأثیری نداشته باشد.

تأثیر تیمارهای آزمایش بر زیست‌توده علف‌های‌هرز

اثر روش‌های تغذیه گیاهی بر زیست‌توده علف‌های‌هـرز در دو مرحله پُرشدن غلاف و برداشت گیاه زراعی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد و اثر علف‌کش‌ها و اثر متقابل آن با تغذیه گیاهی نیز در تمامی مراحل نمونه‌برداری معنی‌دار شد.

در بین تیمارهای آزمـایش، کـاربرد کـود شـیمیایی دارای بیشترین زیست‌توده علف‌های‌هرز در هر دو مرحله نمونه‌برداری بود (شکل ۲).

Mohammad doust *et al*, (2011) در بررسـی اثـر کودهای شیمیایی در مزارع گندم آلوده به علف‌هرز، نشان دادند که در تیماری که کود نیتروژن استفاده‌شـده بـود، وزن خشـک علف‌های‌هرز حدود دو برابر نسبت به تیمار بدون کـود افـزایش پیدا کرد. سایر محققان نیز اشاره کردنـد کـه کـاربرد کودهـای شیمیایی باعث افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز نسـبت به تیمارهای بدون کود شد که منطبق بـا نتـایج ایـن آزمـایش است (Blackshaw *et al.*, 2004؛ Tulikov & Sugrobov, 1984).

در بین تیمارهای کودهای زیستی، در مرحله پُرشدن غلاف، بیشترین زیست‌توده علف‌های‌هرز (۴۱/۷ گرم در مترمربع) و کمترین مقدار آن (۱۰/۹ گرم در متر مربع) به‌ترتیب مربوط به کاربرد فسفرپاور و مایکورایزا بود و در مرحله برداشت گیاه زراعی، بیشترین زیست‌توده (۵۱/۴ گرم در مترمربع) و کمترین (۲۴/۷ گرم در متر مربع) به‌ترتیب مربوط به تیمار پتاپاور و مایکورایزا بود (شکل ۲).

به نظر می‌رسد کود مایکورایزا شرایط را برای رشد گیاهان زراعی و علف‌های‌هرز مختل کرده و منجر به کاهش رشد هر دو شده است. این موضوع در مطالعه‌ای مشابه در کاربرد کودهای زیستی از جمله مایکورایزا در نخود مشاهده شد (Izadi-Darbandi *et al.*, 2019).

در رابطه با علف‌کش‌ها، در طول فصل رشد، زیست‌توده علف‌های‌هرز در هر دو علف‌کش افزایش یافت. با وجود این، در تیمارهای مربوط به علف‌کش پندیمتالین بیشترین زیست‌توده علف‌های‌هرز مشاهده شد که با توجه به نتایج مربوط به تراکم علف‌های‌هرز (بالابودن تراکم در این تیمار) این نتیجه دور از انتظار نیست.

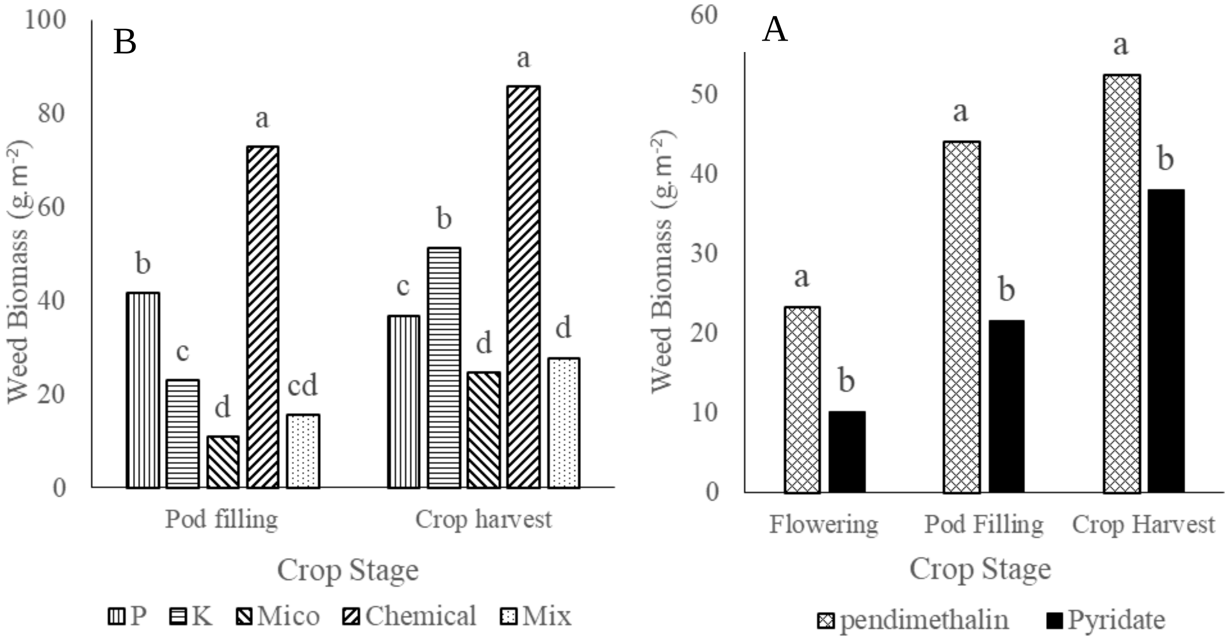
نتایج حاصل از اثرات متقابل روش‌های تغذیه و علف‌کش ها نشان داد که بیشترین زیست‌توده علف‌هرز در هرسه مرحله نمونه‌برداری، مربوط به تیمار کاربرد کود شیمیایی به همراه پندیمتالین بود و در بین تیمارهای کودهای زیستی، مایکورایزا در سه مرحله نمونه‌برداری دارای کمترین زیست‌توده بود، به‌طوری که در مرحله گلدهی و پُرشدن غلاف، در تلفیق با کاربرد پندیمتالین و در مرحله برداشت گیاه زراعی در تلفیق با کاربرد پایریدیت دارای کمترین زیست‌توده علف‌هرز بود (جدول ۳).

با توجه به نتایج مذکور، به نظر می‌رسد کود مایکورایزا با رفتارهای انگلی این قارچ‌ها در محیط ریشه آن‌ها را پارازیته کرده و شرایط را برای رشد و جوانه‌زنی علف‌های‌هرز مختل کرده است و در این تیمار کمترین تراکم و زیست‌توده علف‌هرز مشاهده شد (شکل ۲ و ۱). در سایر مطالعات نیز به اثرات مثبت مایکورایزا بر رشد و عملکرد گیاه زراعی و همچنین کنترل علف‌های‌هرز اشاره‌شده است (Jordan *et al.*, 2000; Rinaudo *et al.*, 2010).

جدول ۳- اثر متقابل علف‌کش و تغذیه گیاهی بر تراکم علف‌های‌هرز

Table 3. The effect of interaction of herbicides and crop nutrition on weed density

Treatment تیمار			Weed density (plant.m^{-2}) تراکم علف‌های‌هرز (بوته در متر مربع)	
Weed control کنترل علف‌هرز	×	Crop nutrition methods روش‌های تغذیه گیاهی	Pod filling پُرشدن غلاف	Crop harvest برداشت گیاه زراعی
Pendimethalin پندیمتالین		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	90 b	38.6 cd
Pendimethalin پندیمتالین		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	90.6 b	58.6 bc
Pendimethalin پندیمتالین	×	Mycorrhiza مایکورایزا	33 c	27.6 d
Pendimethalin پندیمتالین		Chemical fertilizer کود شیمیایی	202.6 a	134.6 a
Pendimethalin پندیمتالین		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	34.6 c	21.3 d
Pyridate پایریدیت		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	36 c	26.6 d
Pyridate پایریدیت		Potasium پتا پاور باکتر	38.6 c	25.3 d
Pyridate پایریدیت		Mycorrhiza مایکورایزا	26.6 c	20 d
Pyridate پایریدیت	×	Chemical fertilizer کود شیمیایی	60 bc	66.6 b
Pyridate پایریدیت		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	46.6 c	28 d



شکل ۲- اثر نوع علف‌کش (A) و روش‌های تغذیه گیاهی (B) بر زیست‌توده علف‌های‌هرز

Fig. 2. Effect of herbicide (A) and crop nutrition methods (B) on weed Biomass

جدول ۴- اثر متقابل علف‌کش و تغذیه گیاهی بر زیست‌توده علف‌های‌هرز

Table 4. Interaction the effect herbicide and crop nutrition methods on weed Biomass

Treatment تیمار			**Weed biomass ($g.m^{-2}$)** زیست‌توده علف‌های‌هرز (گرم در متر مربع)		
Weed control کنترل علف‌هرز	×	**Crop nutrition methods** روش‌های تغذیه گیاهی	**Flowering** گلدهی	**Pod filling** پُرشدن غلاف	**Crop harvest** برداشت گیاه زراعی
Pendimethalin پندیمتالین		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	18 bcd	38.5 bc	13 f
Pendimethalin پندیمتالین		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	26.9 ab	26.08 cd	73.34 b
Pendimethalin پندیمتالین	×	Mycorrhiza مایکورایزا	12.7 bcd	8.57 e	24.96 ef
Pendimethalin پندیمتالین		Chemical fertilizer کود شیمیایی	37.4 a	133.3 a	128.33 a
Pendimethalin پندیمتالین		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	21.7 abc	14.6 de	23.62 ef
Pyridate پایریدیت		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	8.3 cd	44.9 b	60.8 c
Pyridate پایریدیت		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	5.2 d	20.13 de	29.6 e
Pyridate پایریدیت	×	Mycorrhiza مایکورایزا	19.6 bcd	13.4 de	24.45 ef
Pyridate پایریدیت		Chemical fertilizer کود شیمیایی	7.5 cd	12.86 de	43.46 d
Pyridate پایریدیت		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	9.8 cd	16.86 de	32.25 de

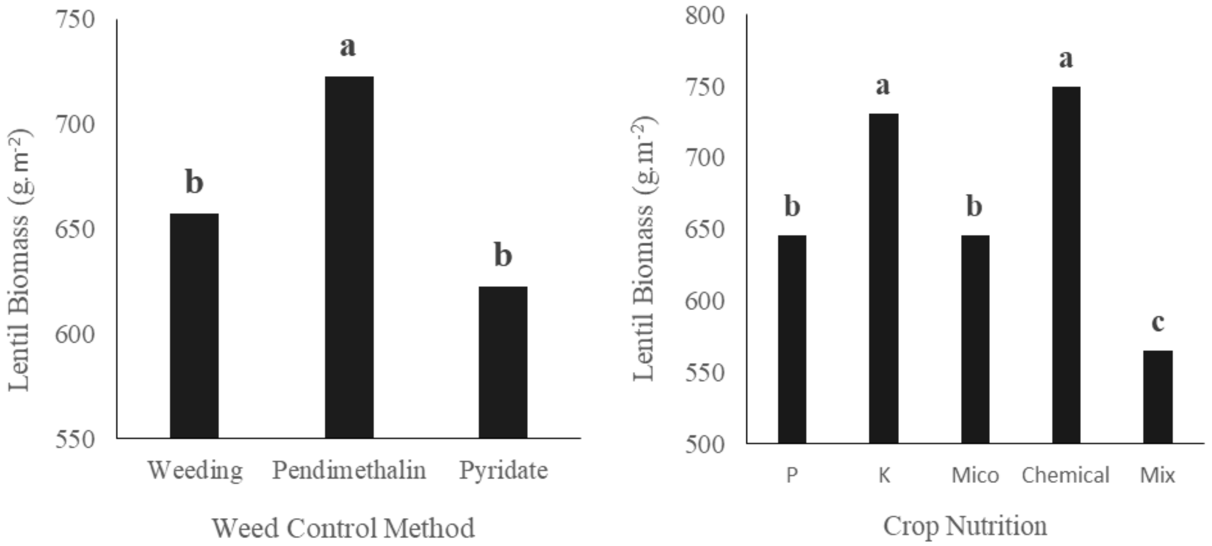
تأثیر تیمارهای آزمایش بر عدس

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر روش های تغذیه گیاهی و کنترل علف‌های‌هرز و اثر متقابل آن‌ها در سطح احتمال یک درصد بر زیست‌توده و عملکرد دانه عدس معنی‌دار شد.

عملکرد زیست‌توده و دانه عدس

زیست‌توده

با توجه نتایج حاصل، بیشترین عملکرد زیست‌توده عدس (۷۲۲/۸ گرم در متر مربع) در روش‌های کنترل علف‌هرز مربوط به کاربرد پندیمتالین بود و کمترین زیست‌توده (۶۲۲/۸ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد پایریدیت مشاهده شد. حبوبات از جمله عدس، گیاهانی هستند که در مراحل اولیه رشد نسبت به حضور علف‌های‌هرز بیشترین حساسیت را دارا بوده و معمولاً علف‌کش‌های پیش‌کاشت و پیش‌رویشی دارای بهترین کارآیی در افزایش عملکرد این گیاهان محسوب میشوند (Parsa & Bagheri, 2008). کاربرد علف‌کش پایریدیت منجر به خسارت و گیاه‌سوزی بر عدس شد و در مقایسه با عملکرد تیمار وجین (۶۵۷/۶ گرم در متر مربع) اختلاف معنی‌داری نداشت. در رابطه با اثر کاربرد کودها بر عملکرد زیست‌توده عدس نیز دو تیمار کاربرد کود شیمیایی و پتاپاور بیشترین زیست‌توده را به خود اختصاص دادند (شکل ۵). در مطالعه‌ای در رابطه با اثرات کود شیمیایی اوره بر عملکرد گیاه زراعی و علف‌های‌هرز، نشان داده شد که کاربرد کود اوره علاوه بر افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز، عملکرد گیاه زراعی را افزایش داده است (Mohammaddoust *et al.*, 2011). کمترین عملکرد زیست‌توده (۵۶۵ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کاربرد مخلوط کودهای زیستی بود (شکل ۵). به نظر می‌رسد اختلاط کودهای زیستی منجر به خسارت و کاهش رشد عدس شده است، در حالی که کاربرد هر کدام از آن‌ها به تنهایی به‌خصوص پتاپاور اثرات بهتری داشته است. احتمالاً این پاسخ به خاطر اثرات آنتاگونیستی که این میکروارگانیسم‌ها بر یکدیگر و گیاهان دارند، ایجاد شده باشد (Jordan *et al.*, 2000).



شکل ۳- اثر روش‌های تغذیه گیاهی و روش کنترل علف‌هرز بر عملکرد زیست‌توده عدس

Fig. 3. Effect of crop nutrition methods and weed control method on lentil Biomass

دانه

در بین روش‌های کنترل علف‌های‌هرز، بالاترین میزان عملکرد دانه (۱۳۱/۳ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد پندیمتالین بود و اختلاف معنی‌داری با کاربرد پایریدیت نداشت (شکل ۶). در بین تیمارهای روش‌های تغذیه، بیشترین عملکرد دانه (۱۵۱/۹ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار کود شیمیایی و کمترین آن (۱۰۳/۱ گرم در متر مربع) مربوط به تیمار مخلوط کودهای زیستی بود و در بین کودهای زیستی نیز کود پتاپاور با ۱۲۸/۴ گرم در متر مربع دارای بیشترین عملکرد دانه بود (شکل ۶). کودهای شیمیایی به‌دلیل فرم خاصی که دارند، دسترسی سریع‌تر و بهتری به گیاه زراعی می‌دهند به همین خاطر اثرات کودهای شیمیایی بیشتر از کودهای زیستی است.

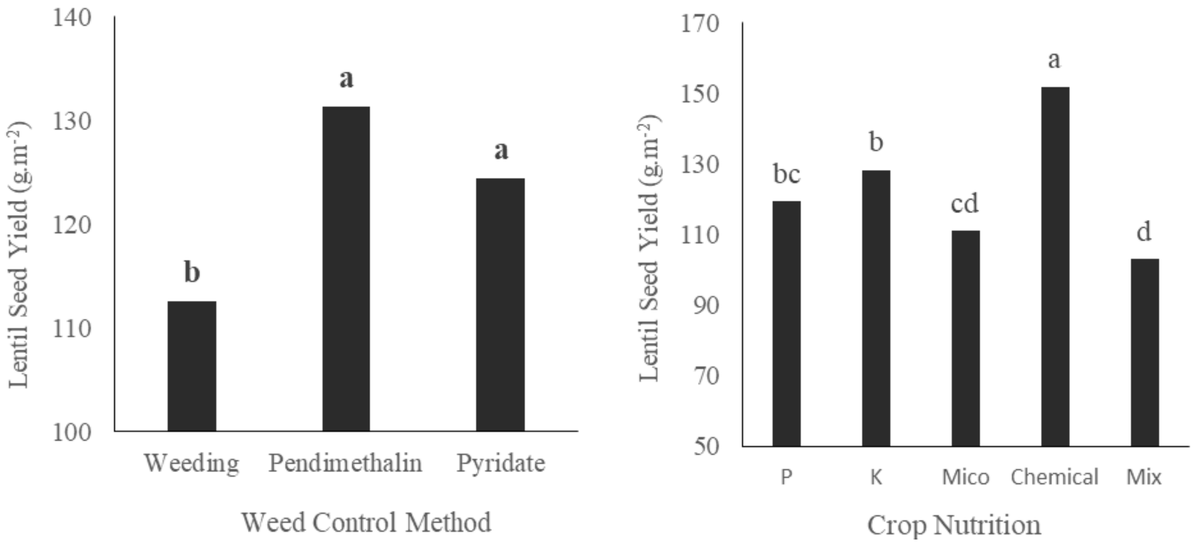
در بررسی اثرات متقابل تأثیر روش‌های کنترل علف‌های‌هرز و تغذیه نیز مشاهده شد که بیشترین زیست‌توده عدس (۸۵۰ گرم در متر مربع) و کمترین مقدار (۴۸۳ گرم در متر مربع) به‌ترتیب مربوط به تیمار کود

شیمیایی به همراه وجین دستی و مخلوط کودهای زیستی به همراه وجین دستی بود. همچنین تیمار پتاپاور به همراه پندیمتالین نیز از نظر آماری با کود شیمیایی به همراه وجین اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). بیشترین عملکرد دانه (۱۶۴ گرم در مترمربع) و کمترین مقدار (۹۰ گرم در متر مربع) به‌ترتیب مربوط به تیمار پتاپاور و پندیمتالین و مخلوط کودهای زیستی و وجین دستی بود. همچنین تیمار پتاپاور و پندیمتالین نیز با تیمار کود شیمیایی و وجین دستی اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۴). با توجه به اثرات ساده و متقابل به نظر می‌رسد که کاربرد کود شیمیایی منجر به افزایش عملکرد عدس نسبت به کودهای زیستی شده و بیشترین عملکرد در این تیمار حاصل شده است که از ویژگی‌های کودهای شیمیایی است که در بالا اشاره شد. در بین کودهای زیستی نیز اثرات ساده و متقابل نشان‌دهنده برتری کود پتاپاور نسبت به سایر کودهای زیستی بود. مطالعات نشان می‌دهند که بقولات نسبت به غلات پاسخ بیشتری به کاربرد پتاسیم می‌دهند (Parsa & Bagheri, 2008). در آزمایشی مشابه، در بررسی اثرات کودهای زیستی مختلف بر عملکرد نخود نیز نشان دادند که بهترین نتیجه رشد و عملکرد نخود (*Cicer arietinum* L.) در شرایط استفاده از کود زیستی پتاپاور حاصل شد (Izadi-Darbandi *et al.*, 2019). در آزمایش‌های سایر محققان اثر علف‌کش پندیمتالین در افزایش عملکرد عدس گزارش شده است (Karim-Mojeni *et al.*, 2004; Parsa & Bagheri, 2008).

نتیجه گیری

با توجه به نتایج آزمایش، در کاربرد کود شیمیایی بیشترین عملکرد گیاه زراعی حاصل شد، اما منجر به افزایش تراکم و زیست‌توده علف‌های‌هرز نسبت به کودهای زیستی نیز شد. افزایش تراکم علف‌های‌هرز در کاربرد کود شیمیایی احتمالاً به‌دلیل نقش تحریک‌کننده آن‌ها در جوانه‌زنی بذور علف‌های‌هرز باشد. اگرچه در رابطه با اثرات کودهای زیستی بر صفات علف‌هرز، کمترین تراکم و زیست‌توده علف‌هرز مربوط به تیمار مایکورایزا بود و سایر تیمارها با یکدیگر اختلاف معنی‌داری نداشتند، اما در بین کودهای زیستی، کود پتاپاور که واجد باکتری‌های تثبیت‌کننده پتاسیم در خاک است، بهترین نتیجه را بر عملکرد گیاه زراعی داشت. در بین روش‌های کنترل علف‌های‌هرز، علف‌کش پندیمتالین بیشترین تأثیر را بر بهبود عملکرد گیاه زراعی داشت، اگرچه پایریدیت علف‌های‌هرز را بهتر کنترل کرده بود، اما به‌دلیل انتخابی‌نبودن آن در عدس، منجر به خسارت به گیاه زراعی شد.

لذا توصیه ما با توجه به نتایج آزمایش، کاربرد پیش‌رویشی علف‌کش پندیمتالین به همراه کود پتاپاور در مدیریت تلفیقی علف‌های‌هرز عدس است.



شکل ۴- اثر روش‌های تغذیه گیاهی و روش کنترل علف‌هرز بر عملکرد دانه عدس

Fig. 4. Effect of crop nutrition methods and weed control method on lentil seed yield

جدول ۵- اثر متقابل روش کنترل علف‌هرز و روش‌های تغذیه گیاهی بر عملکرد عدس

Table 5. Interaction effect of weed control method and crop nutrition methods on lentil yield

Treatment تیمار			**Lentil yield** عملکرد عدس	
Weed control کنترل علف‌هرز	×	**Crop nutrition methods** روش‌های تغذیه گیاهی	**Biomass (g.m^{-2})** زیست‌توده (گرم در متر مربع)	**Seed (g.m^{-2})** دانه (گرم در متر مربع)
Pendimethalin پندی متالین		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	716 bcd	115 efg
Pendimethalin پندی متالین		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	800 ab	164 a
Pendimethalin پندی متالین	×	Mycorrhiza مایکورایزا	650 def	116 ef
Pendimethalin پندی متالین		Chemical fertilizer کود شیمیایی	750 bc	144 bc
Pendimethalin پندی متالین		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	697 cde	117 ef
Pyridate پایریدیت		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	650 def	137 cd
Pyridate پایریدیت		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	676 cde	122 de
Pyridate پایریدیت	×	Mycorrhiza مایکورایزا	621 ef	103 efgh
Pyridate پایریدیت		Chemical fertilizer کود شیمیایی	650 def	156 ab
Pyridate پایریدیت		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	516 g	101 fgh
Hand Weeding وجین دستی		Phosphorpowebacter فسفر پاورباکتر	571 fg	105 efgh
Hand Weeding وجین دستی		Petapowerbacter پتا پاور باکتر	716 bcd	98 gh
Hand Weeding وجین دستی	×	Mycorrhiza مایکورایزا	666 cde	113 efg
Hand Weeding وجین دستی		Chemical fertilizer کود شیمیایی	850 a	155 ab
Hand Weeding وجین دستی		Mix of biofertilizers مخلوط کودهای زیستی	483 g	90 g

منابع

1. Al-Karaki, G.N., and Al-Raddad, A. 1997. Effects of arbuscular mycorrhizal fungi and drought stress on growth and nutrient uptake of two wheat genotypes differing in drought resistance. Journa of Mycorrhiza 7(2): 83-88.
2. Al-Thahabi, S.A., Yasin, I.Z., Abu-Irmaileh, B.E., Haddad, N.I., and Saxena, M.C. 1994. Effect of weed removal on productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and lentil (*Lens culinaris* Med.) in a Mediterranean environment. Journal of Agronomy Crop Science 41(1): 60-65.
3. Blackshaw, R.E., Molnar, L.J., and Janzen, H.H. 2004. Nitrogen fertilizer timing and application method affect weed growth and competition with spring wheat. Journal of Weed Science 52: 614-622.
4. Cathcart, R.J., and C.J. Swanton. 2003. Nitrogen management will influence threshold values of green foxtail (*Setaria viridis*) in corn. Journal of Weed Science 51: 975-986.
5. Davies, F.T., Potter, J.R., and Linderman, R.G. 1992. Mycorrhiza and repeated drought exposure affect drought resistance and extraradical hyphae development on pepper plants independent of plant size and nutrient content. Journal of Plant Physiology 139: 289-294.
6. Dimitrios, B., Anestis, K., Aristidis, K., Sotiria, P., and Vassilios, T. 2011. Arbuscular mycorrhizal fungi: a blessing or a curse for weed management in organic olive crops? Australian Journal of Crop Science 5: 858-868.
7. Evans, S.P., Knezevic, S.Z., Shapiro, C., and Lindquist J.L. 2003. Nitrogen level affects critical period for weed control in corn. Journal of Weed Science 51: 408-417.

8. Francis, R.M., and Read, D.J. 1995. Mutualism and antagonism in the mycorrhizal symbiosis, with special reference to impacts on plant community structure. Candan Journal Botany 73: 1301-1309.
9. Hanson, B, and Thill, D. 2001. Effects of imazethapyr and pendimethalin on lentil (*Lens culinaris*), pea (*Pisum sativum*), and a subsequent winter wheat (*Triticum aestivum*) crop. Journal of Weed Technology 15: 190-194.
10. Izadi-Darbandi, E., Nabati, J., Nezami, A., and Oskoueian, A. 2019. Effect of biological fertilizers on improvement of chickpea (*Cicer arietinum* L.) growth and yield by different weed control methods. Journal of Soil Biology 7(2): 195-210. (in Persian with English Summary).
11. Jihad Keshavarzi Statistics. Information Technology Center. Ministry of Agriculture. Iran. 2017.
12. Jordan, N.R., Zhang, J., and Huerd, S. 2000. Arbuscular-mycorrhizal fungi: potential roles in weed management. Journal of Weed Research 40(5): 397-410.
13. Karim-Mojeni, H., Alizadeh, H., Majnoun-Hosseini, N., and Peyghambari, S.A. 2004. Effect of Herbicides and handweeding in control of weed in winter seeding and spring sown Lentil (*Lens culinars*). Journal of Agronomy Science 1: 68-79. (In Persian).
14. Major J., Steiner C., Ditommaso A., Falcao N., and Lehmann J. 2005. Weed composition and cover after three years of soil fertility management in the central Brazilian Amazon: compost, fertilizer, manure and charcoal applications. Journal of Weed Biology and Management 5: 69-76.
15. McMurray, L., Preston, C., Vandenberg, A., Mao, D., Oldach K., Meier K., and Paull J. 2018. Development of high levels of Metribuzin tolerance in Lentil. Journal of Weed Science 67(1): 83-90.
16. Mohamed, E., Nourai, A., Mohamed, G., Mohamed, M., and Saxena, M. 1997. Weeds and weed management in irrigated lentil in northern Sudan. Journal of Weed Research 37: 211-218.
17. Mohammaddoust Chamanabad, H.R., Tulikov, A.M., and Baghestani, M.A. 2006. Effect of long-term fertilizer application and crop rotation on the infestation of fields by weed. Journal of Weed Science 12: 221-234.
18. Parsa, M., and Bagheri, A. 2008. Pulses. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. Mashhad. 524 Pp. (In Persian).
19. Pezeshkpour, P., Ardakani, M.R., and Vazan, S. 2014. Effects of vermicompost, mycorrhizal symbiosis and biophosphate soulbilizing bacteria on some characteristics related to chickpea root growth under autumn in the dryland condition. Bulletin of Environment. Journal of Pharmacology and Life Sciences 3(2): 19-25.
20. Rinaudo, V., Bàrberi, P., Giovannetti, M., and van der Heijden, M.G. 2010. Mycorrhizal fungi suppress aggressive agricultural weeds. Plant and Soil 333(1-2): 7-20.
21. Smith W.E., and Read D.J. 1997. Mycorrhizal Symbiosis. 2nd Ed. Academic Press, San Diego, CA, USA.
22. Swanton, C.J., and Weise, S.F. 1991. Integrated weed management: The rationale and approach. Journal of Weed Technology 5: 65-76.
23. Van Delden, A., Lotz, L.A., Bastiaans, L., Franke, A.C., Smid, H.G., Groeneveld, R.M.W., and Kropff. M.J. 2002. The Influence of nitrogen supply on the ability of wheat and potato to suppress *Stellaria Media* growth and reproduction. Journal of Weed Resarch 42: 429-445.
24. Zand, E., Baghestani, M.A., Nezamabadi, N., Shimi, P., and Mousavi, S.K. 2017. A Guide Chemical Control of Weed in Iran. Jahad Daneshgahi Mashhad Press. 223 Pp. (In Persian).

Iranian Journal of Pulses Research
Vol. 12, No. 1, 2021, p. 144-155 (Research Article)

Effect of biological and chemical fertilizers and weed control methods on lentil (*Lens culinaris* Medik.) biomass and seed yield

Izadi-Darbandi[1*], E. & Maghsoudi[2], A.

1. Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad
2. PhD. Student of Weed Science Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, arashwenger@yahoo.com

Received: 6 January 2020
Accepted: 10 June 2020

DOI: 10.22067/ijpr.v12i1.84970

Introduction

Lentil is the second most important of legume crops in Iran and is mostly cultivated in the rainfed conditions. Weed competition is a major limitation to lentil production worldwide due to its slow early growth rate, short height, and lack of protective canopy development. Since the level of competition between weeds and crops is highly dependent on nutrient availability, proper nutrient management is considered as a method of weed management. Various aspects of nutrient management such as fertilizer type, application time, amount of application, and form of fertilizer can also change weed interference conditions with crop. It is believed that the application of biofertilizers, while providing environmental security and economic benefits, is a sustainable and beneficial method of plant nutrition and reducing the adverse effects of weeds. In Iran, two herbicides registered for lentil including pendimethalin and promethrin, that both of which are pre-emergence. Applying a single management method alone, in addition weed adaptation, leads to agroecosystem instability. Integrated weed management can increase the efficiency of management methods and also contribute to the sustainability of farming systems. This study was conducted to compare the effects of biological and chemical fertilizers in combination with chemical and mechanical weeding to improve crop yield and management of weeds in lentil farms.

Materials and Methods

The experiment was conducted as factorial based on randomized complete block design with three replications at Research Farm of Ferdowsi University of Mashhad, Iran. Investigated factors included five levels of plant nutrition (inoculation of lentil seeds with phosphorus-releasing bacteria (Phosphorobacter), inoculation of lentil seeds with potassium-releasing bacteria (Potapowerobacter), inoculation of lentil seeds with mycorrhizal fungi, inoculation of lentil seeds with a mixture of Phosphoraverbacter, Potapaverbacter and Mycorrhizal fungi, and application of chemical fertilizers based on soil test results without inoculation with biological fertilizers) and three weed control methods (weeding twice before flowering and pod filling lentil stage, respectively, weed control with pendimethalin as pre-emergence herbicide, and weed control with pyridate as post-emergence herbicide). Lentils were planted at 100 plants m^{-2} density. Biological fertilizers were sprayed on lentil seeds in lab, before planting. Chemical fertilizer (mixture of potassium sulfate and urea) was distributed at the rate of 50 kg ha^{-1} in the plots after sowing. Pentimethalin and pyridate were applied with a dose of 3.7 and 1.2 L ha^{-1}, respectively, in 3-4 leaf stage of weeds. Weed sampling was done in three lentil growth stages (flowering, pod filling, and crop harvest) from 0.5 m^{-2}. Matured crops were harvested from 1 m^{-2} and placed in lab for 48 hours to be dried for biomass and seed yield measurements.

Results and Discussion

The results showed that despite significant weed control, the application of pyridate damaged lentil crop and reduced biomass and seed yield. Pendimethalin resulted in the highest lentil biomass and seed yield and no damage to lentil crop. Among the fertilizers, chemical fertilizer increased weed density and biomass, also

***Corresponding Author:** e-izadi@um.ac.ir

increased lentil biomass and seed yield. Among the biofertilizers, Petapowerbacter (potassium fertilizer) showed that the highest yield of lentil (730.8 g m^{-2}), and the biofertilizer mixture resulted in a decrease the yield and biomass of lentil compared to the other fertilizers. Due to the interactions between the control methods and the fertilizers, the highest biomass (800 g m^{-2}) and seed (164 g m^{-2}) yield were obtained in the integration of potassium biofertilizer with pendimethalin.

Conclusion

According to the results of the experiment, application of chemical fertilizer resulted in the highest crop yield and also increased weed density and biomass compared to biofertilizers. Among the biofertilizers, Petapowerbacter, which contains potassium-stabilizing bacteria in the soil, had the best effect on crop yield. However the effects of biofertilizers on weed traits, the lowest density and biomass of weeds were related to mycorrhizal treatment and the other treatments were not significantly different. Among the weed control methods, pendimethalin had the greatest effect on improving crop yield. Although pyridate weed control was better, but caused damage to the crop and yield was decreased. Therefore, according to the results this experiment, we recommend the use of pendimethalin in combination with Petapowerbacter in integrated weed management of lentil.

Keywords: Legume, Mycorrhizal, Pendimethalin, Petapower, Pyridate